

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EXTRACCIÓN EXPERIMENTAL DE PECTINA DE CÁSCARA
DE LIMÓN (*Citrus Limon Burmann*) CULTIVADO EN LA
PROVINCIA GRAN CHACO, TARIJA.**

Por:

HUGO LEONEL BENITEZ CARY

Modalidad de Graduación (Investigación Aplicada) presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para
optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Abril de 2022

TARIJA - BOLIVIA

V°B°

M.Sc. Ing. Aurelio José Navia Ojeda

DECANO

Facultad de Ciencias y Tecnología

M.Sc. Ing. Marlene Simons Sánchez

VICEDECANA

Facultad de Ciencias y Tecnología

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Juan Carlos Kéri Mentasti

Ing. Alvaro Velásquez Castro

Ing. Maiza Sandra Paz Aldana

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

Dedicatoria

El presente proyecto, va dedicado a mis padres Eduardo Benitez Farfán y Yola Cary Martínez, por su amor, trabajo, apoyo y sacrificio en todos estos años.

A mis hermanos Sergio y Maira, por su apoyo incondicional durante toda esta etapa de mi vida.

A mi pareja Larissa Abigail Torrez Durán, por su gran apoyo, por ser un gran pilar para mí, por acompañarme en esta etapa y brindarme todo su amor, comprensión y cariño.

Agradecimientos

Expresar mi agradecimiento a los docentes de la UAJMS en especial al Ing. Juan Pablo Herbas, por ser un apoyo y un guía en mi proyecto de grado.

Mi agradecimiento más profundo va para mi familia y para mi pareja Larissa Abigail Torrez Durán, ya que sin su apoyo, comprensión, cariño e inspiración habría sido imposible llevar a cabo este logro.

Agradecer a mis compañeros de carrera por su apoyo y brindarme su amistad en estos años de estudio, en especial al ing. Ariel Mamani Aparicio por ser un excelente compañero y amigo.

ÍNDICE

	PÁGINA
Advertencia.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv

INTRODUCCIÓN

Generalidades.....	1
Antecedentes.....	1
Identificación de la idea del proyecto.....	3
Caracterización de la pectina.....	4
Usos y aplicaciones de la pectina.....	4
Aspectos del mercado.....	8
Mercado consumidor.....	8
Demanda.....	8
Mercado competidor.....	8
Oferta.....	8
Precios.....	9
Materia prima.....	9
Rendimiento de la materia prima.....	9
Problema de desarrollo.....	11
Planteamiento técnico propuesto.....	11
Objetivos.....	12

Objetivo General	12
Objetivos específicos	12
Justificación	13
Justificación tecnológica	13
Justificación económica	13
Justificación social	14
Justificación ambiental.....	14
Justificación personal.....	14

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Pectina	15
1.1.1. Clasificación de las sustancias pécticas	16
1.1.1.1. Protopectina	16
1.1.1.2. Ácidos pectínicos	17
1.1.1.3. Pectinas	17
1.1.1.4. Ácidos pécticos	18
1.1.2. Estructura de pectina.....	18
1.1.2.1. Homogalacturona (HG).....	18
1.1.2.2. Rhamnogalacturona-I (RG-I).....	19
1.1.2.3. Rhamnogalacturona-II (RG-II)	20
1.1.3. Propiedades fisicoquímicas de la pectina.....	21
1.1.3.1. Contenido de metoxilos	21
1.1.3.2. Grado de esterificación (GE)	22
1.1.3.2.1. Pectina de alto metoxilo (PAM).....	23

1.1.3.2.2. Pectina de bajo metoxilo (PBM)	24
1.1.4. Propiedades físicas de la pectina.....	24
1.1.4.1. Longitud de cadenas.....	24
1.1.4.2. Peso molecular	24
1.1.4.3. Peso equivalente.....	25
1.1.4.4. Ácido galacturónico	25
1.1.4.5. Acidez	26
1.1.4.6. pH.....	26
1.1.4.7. Poder de gelificación.....	26
1.1.4.8. Solubilidad	27
1.1.4.9. Viscosidad	27
1.1.4.10. Coloidalidad	28
1.1.4.11. Longitud	28
1.1.5. Propiedades químicas de la pectina	28
1.1.5.1. Reactividad.....	28
1.1.6. Propiedades sensoriales de la pectina	28
1.1.7. Propiedades microbiológicas de la pectina	28
1.2. Hidrólisis ácida	29
1.3. Inactivación enzimática de la pectina	30
1.4. Precipitación.....	30
1.4.1. Coagulación	31
1.4.2. Floculación.....	31
1.4.3. Sedimentación.....	31
1.5. Caracterización de la materia prima.....	31

1.5.1. Generalidades del limón.....	31
1.5.2. Morfología del limón (<i>Citrus limon Burmann</i>).....	32
1.5.3. Variedades del limón.....	34
1.5.3.1. Meyer	34
1.5.3.2. Femminello	35
1.5.3.3. Interdonato	35
1.5.3.4. Kütdiken.....	35
1.5.3.5. Verna	35
1.5.3.6. Primofiori o limón fino	35
1.5.3.7. Génova	35
1.5.3.8. Lapithkiotiki.....	36
1.5.3.9. Monachello.....	36
1.5.3.10. Verdelli.....	36
1.5.3.11. Villafranca.....	36
1.5.3.12. Lisbon.....	36
1.5.3.13. Eureka	36
1.5.4. Cáscara de limón.....	37
1.6. Caracterización del producto.....	39
1.7. Método de análisis de la pectina extraída de la cáscara de limón.....	40
1.7.1. Determinación del peso equivalente	41
1.7.2. Determinación de acidez libre.....	41
1.7.3. Determinación del porcentaje de metoxilo	42
1.7.4. Determinación del grado de esterificación (GE).....	43
1.7.5. Determinación del porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (AAG).....	43

1.7.6. Grado de gelificación	44
1.8. Antecedentes	44
1.9. Procesos tecnológicos empleados	46
1.9.1. Hidrólisis ácida convencional	46
1.9.2. Extracción de pectina por hidrólisis ácida asistida por microondas	47
1.9.3. Extracción de pectina a partir de la extracción de aceites esenciales por hidrodestilación asistida por radiación de microondas	48
1.9.4. Extracción enzimática de pectina.....	49
1.9.5. Extracción de pectina por métodos fisicoquímicos.....	50

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Metodología del estudio.....	51
2.1.1. Metodología cualitativa.....	51
2.1.2. Metodología documental.....	51
2.2. Descripción (esquemática) de la metodología de estudio	51
2.3. Selección del proceso a utilizar	53
2.3.1. Definición y calificación de los rubros considerados en el método de los factores ponderados	55
2.3.2. Selección del proceso para la extracción experimental de pectina	57
2.4. Selección de variables del proceso experimental.....	58
2.4.1. pH.....	58
2.4.2. Tiempo de hidrólisis.....	58
2.4.3. Temperatura de hidrólisis.....	58
2.4.4. Variables independientes	59
2.4.5. Variables dependientes.....	59

2.5. Diseño experimental.....	59
2.6. Modelo de diseño factorial.....	60
2.6.1. Mínimos cuadrados	60
2.6.2. Coeficiente de correlación y determinación múltiple	61
2.6.3. Codificación	63
2.6.4. Coeficientes del modelo.....	63
2.6.5. Sumas de cuadrados	63
2.6.6. Usando las sumas de cuadrados	64
2.7. Dominio experimental.....	65
2.7.1. Matriz de experimentos para el diseño factorial completo 2^3	66
2.8. Equipos, materiales y reactivos necesarios	67
2.8.1. Equipos.....	67
2.8.2. Materiales de laboratorio.....	67
2.8.3. Reactivos empleados.....	68
2.9. Descripción del proceso seleccionado	69
2.10. Descripción y análisis de la materia prima	71
2.10.1. Recepción de la materia prima.....	71
2.10.2. Selección y lavado de la materia prima.....	72
2.10.3. Separación del albedo	72
2.10.4. Pesado del albedo.....	73
2.10.5. Cortado del albedo	74
2.10.6. Inactivación enzimática.....	75
2.10.7. Hidrólisis ácida.....	76
2.10.8. Primera filtración	78

2.10.9. Precipitación.....	80
2.10.10. Segunda filtración y lavado.....	81
2.10.11. Pesado de pectina húmeda	82
2.10.12. Secado	83
2.10.13. Molienda de la pectina	85
2.10.14. Tamizado.....	86
2.10.15. Almacenamiento	87
2.11. Descripción y caracterización fisicoquímica de la pectina extraída	88
2.11.1. Determinación del peso equivalente y acidez libre.....	88
2.11.2. Determinación de porcentaje de metoxilo, grado de esterificación y ácido anhídrido galacturónico.....	88
2.11.3. Grado de gelificación	89

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Presentación de los resultados de la caracterización de la cáscara de limón	91
3.2. Presentación de los resultados de producto extraído.....	91
3.2.1. Resultados de rendimiento del proceso.....	91
3.2.2. Presentación de los resultados de la caracterización fisicoquímica de la pectina extraída.....	92
3.2.2.1. Resultados de pH, cenizas y humedad.	92
3.2.2.2. Resultados de acidez libre y peso equivalente	93
3.2.2.3. Resultados del porcentaje de metoxilo, grado de esterificación y ácido anhídrido galacturónico.....	94
3.2.2.4. Resultados de grado de gelificación.....	95

3.3. Comparación entre la pectina extraída a partir de la cáscara de limón (<i>Citrus limon Burmann</i>) y la pectina estándar	97
3.4. Balance de materia para el proceso de extracción de pectina de cáscara de limón (<i>Citrus limon Burmann</i>)	99
3.4.1. Etapa de lavado	102
3.4.2. Etapa de pelado	103
3.4.3. Etapa de inactivación enzimática	104
3.4.4. Etapa de hidrólisis ácida	105
3.4.5. Etapa de primera filtración	107
3.4.6. Etapa de precipitación	108
3.4.7. Etapa de segunda filtración	110
3.4.8. Etapa de lavado	111
3.4.9. Etapa de secado	112
3.4.10. Etapa de molienda	113
3.4.11. Etapa de tamizado y envasado	114
3.4.12. Resumen del balance de materia del proceso de extracción	116
3.5. Balance de energía para el proceso de extracción de pectina de cáscara de limón (<i>Citrus limon Burmann</i>)	118
3.5.1. Etapa de inactivación enzimática	120
3.5.2. Etapa de hidrólisis ácida	120
3.5.3. Etapa de primera filtración	121
3.5.4. Etapa de segunda filtración	121
3.5.5. Etapa de lavado	122
3.5.6. Etapa de secado	122
3.6. Análisis estadístico	124

3.6.1. Influencia de la temperatura, pH y tiempo en el rendimiento de pectina	124
3.6.2. Análisis estadístico de la variable respuesta rendimiento	124
3.6.3. Análisis de varianza (ANOVA)	126
3.6.4. Ecuación de la regresión lineal de la variable respuesta rendimiento.....	127
3.6.5. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la variable respuesta rendimiento	128
3.6.6. Gráficas factoriales para el rendimiento	130
3.7. Evaluación de costos	133
3.8. Costo de producción.....	135

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	138
4.2. Recomendaciones.....	139
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

Índice de Cuadros

	Páginas
Cuadro II-1 Ventajas y desventajas.....	54
Cuadro II-2 Calificación de los rubros considerados en el método de los factores ponderados	56
Cuadro II-3 Simbología de los equipos para la extracción experimental de pectina cítrica.....	71

Índice de Tablas

	Páginas
Tabla 1 Importaciones nacionales de materias pécticas.....	3
Tabla 2 Identificación de la pectina	4
Tabla 3 Principales aplicaciones de la pectina de alto metoxilo	5
Tabla 4 Principales aplicaciones de la pectina en la industria farmacéutica.....	7
Tabla 5 Rendimiento de pectina a partir de varias fuentes	10
Tabla 6 Exportaciones de limón y sus derivados (toneladas)	10
Tabla 7 Producción por año de limón en el departamento de Tarija (en toneladas métricas).....	11
Tabla I-1 Relación entre grado de esterificación y contenido de metoxilos	22
Tabla I-2 Análisis microbiológico de la pectina	29
Tabla I-3 El limón (<i>Citrus limon Burmann</i>)	34
Tabla I-4 Composición química de la cáscara de limón	38
Tabla I-5 Caracterización de pectina estándar	40
Tabla II-1 Escala de calificación del 1 al 10	55
Tabla II-2 Ponderación de los rubros considerados para la extracción de pectina	55
Tabla II-3 Selección del proceso para la extracción experimental de pectina por método de factores ponderados	57
Tabla II-4 Selección de las variables independientes del proceso	59
Tabla II-5 Selección de las variables dependientes del proceso	59
Tabla II-6 ANOVA	61
Tabla II-7 Variables y dominio experimental para la extracción experimental de pectina	65
Tabla II-8 Codificación de variables.....	66
Tabla II-9 Matriz de experimentos para la extracción experimental de pectina	66
Tabla II-10 Codificación de los experimentos del proceso de extracción de pectina	67
Tabla II-11 Descripción de materiales utilizados.....	68

Tabla II-12 Datos de pérdida de peso en función del tiempo a temperatura constante de 40 ± 2 °C	84
Tabla III-1 Caracterización fisicoquímica de la cáscara de limón	91
Tabla III-2 Resultados de rendimiento de la pectina extraída.....	92
Tabla III-3 Caracterización fisicoquímica de la pectina extraída	93
Tabla III-4 Resultados del análisis de acidez libre y peso equivalente.....	93
Tabla III-5 Tabla comparativa de la pectina extraída con otros autores	94
Tabla III-6 Resultados del análisis de porcentaje de metoxilo, grado de esterificación y ácido anhídrido galacturónico	94
Tabla III-7 Tabla comparativa de la pectina extraída con otros autores	95
Tabla III-8 Resultados del análisis de grado de gelificación y viscosidad de la pectina extraída.....	95
Tabla III-9 Análisis fisicoquímico de la pectina extraída	97
Tabla III-10 Especificaciones de las corrientes másicas del balance de materia.....	101
Tabla III-11 Resumen del balance de materia.....	117
Tabla III-12 Valores del consumo energético del balance de energía	123
Tabla III-13 Resumen del diseño factorial variable respuesta rendimiento.....	125
Tabla III-14 Diseño factorial variable respuesta rendimiento.....	125
Tabla III-15 Análisis de varianza (ANOVA) variable respuesta rendimiento.....	126
Tabla III-16 Resumen del modelo variable respuesta rendimiento	127
Tabla III-17 Coeficientes codificados variable respuesta rendimiento.....	127
Tabla III-18 Estructura de alias.....	128
Tabla III-19 Resultados de la variable respuesta rendimiento	132
Tabla III-20 Detalle de costos de materia prima y reactivos	133
Tabla III-21 Detalle de costos de materiales empleados en la extracción de pectina.....	134
Tabla III-22 Detalle de costos de análisis fisicoquímico de la pectina extraída	134
Tabla III-23 Detalle de costos de servicios y materiales directos e indirectos	135
Tabla III-24 Detalle de costos totales.....	135
Tabla III-25 Detalle de costos de requerimiento energético	136
Tabla III-26 Detalle de costos de materia prima, reactivos y mano de obra.....	136

Tabla III-27 Detalle de costos de producción 137

Índice de Figuras

	Página
Figura 1 Estructura básica de la pectina.....	1
Figura 1-1 Estructura química de la pectina	16
Figura 1-2 Estructura primaria del polímero lineal homogalacturona unido con 1,4 α D-ácido galacturónico	19
Figura 1-3 Estructura principal del polisacárido péptico de la rhamnogalacturona-I (RG-1)	20
Figura 1-4 Estructura básica de la pectina	21
Figura 1-5 Conversión a éster (esterificación de Fisher)	23
Figura 1-6 Pectina de alto metoxilo	23
Figura 1-7 Pectina de bajo metoxilo	24
Figura 1-8 Ácido galacturónico	25
Figura 1-9 Corte esquemático del limón.....	33
Figura 1-10 Partes del limón.....	37
Figura 1-11 Reacción química de la molécula de ácido D-galacturónico con NaOH	41
Figura 1-12 Mecanismo de saponificación del ácido D-galacturónico.....	43
Figura 1-13 Diagrama de hidrólisis ácida convencional.....	46
Figura 1-14 Extracción de pectina por hidrólisis ácida usando microondas.....	47
Figura 1-15 Diagrama de extracción de pectina por microondas	48
Figura 2-1 Esquema de la metodología de estudio	52
Figura 2-2 Gráfica de cubos del diseño factorial 2^3	62
Figura 2-3 Diagrama de bloques del proceso de extracción de pectina cítrica.....	69
Figura 2-4 Diagrama de flujo del proceso de extracción de pectina cítrica.....	70
Figura 2-5 Curva de secado de la pectina a temperatura constante de 40 ± 2 °C	85
Figura 3-1 Balance de materia para la extracción de pectina.....	100
Figura 3-2 Etapa de lavado	102
Figura 3-3 Etapa de pelado	103
Figura 3-4 Etapa de inactivación enzimática	104

Figura 3-5 Etapa de hidrólisis ácida.....	106
Figura 3-6 Etapa de primera filtración	107
Figura 3-7 Etapa de precipitación	109
Figura 3-8 Etapa de segunda filtración	110
Figura 3-9 Etapa de lavado	111
Figura 3-10 Etapa de secado	112
Figura 3-11 Etapa de molienda	113
Figura 3-12 Etapa de tamizado	114
Figura 3-13 Resumen del balance de materia de la extracción de pectina.....	116
Figura 3-14 Balance de energía para la extracción de pectina.....	119
Figura 3-15 Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el rendimiento	129
Figura 3-16 Efectos principales para rendimiento	130
Figura 3-17 Probabilidad normal variable respuesta rendimiento	131
Figura 3-18 Gráfica de cubos (medias ajustadas) del rendimiento	132

Índice de Fotografías

	Página
Fotografía N° 2-1 Limón.....	72
Fotografía N° 2-2 Separación del albedo	73
Fotografía N° 2-3 Pesado del albedo	74
Fotografía N° 2-4 Cortado del albedo.....	75
Fotografía N° 2-5 Inactivación enzimática del albedo.....	76
Fotografía N° 2-6 Ajuste de pH	77
Fotografía N° 2-7 Hidrólisis ácida	78
Fotografía N° 2-8 Filtrado al vacío de la solución hidrolizada.....	79
Fotografía N° 2-9 Solución hidrolizada filtrada	80
Fotografía N° 2-10 Precipitación de pectina con etanol	81
Fotografía N° 2-11 Filtrado y lavado de la pectina extraída.....	82
Fotografía N° 2-12 Pesado de la pectina húmeda	82
Fotografía N° 2-13 Secado de la pectina	83
Fotografía N° 2-14 Molienda de la pectina.....	86
Fotografía N° 2-15 Tamizado de la pectina	86
Fotografía N° 2-16 Envasado de pectina	87
Fotografía N° 2-17 Determinación del peso equivalente y acidez libre	88
Fotografía N° 2-18 Determinación de porcentaje de metoxilo, grado de esterificación y porcentaje de ácido anhídrido galacturónico.....	89
Fotografía N° 2-19 Grado de gelificación.....	90
Fotografía N° 3-1 Medición de la viscosidad de los geles de la pectina extraída.....	96

Índice de anexos

Anexo 1. Definición de aditivo alimentario (CODEX STAN 192-1995).....	
Anexo 2. Aditivos cuyo uso se permite en los alimentos en general (cuadro III - CODEX STAN 192-1995).....	
Anexo 3. Especificaciones técnicas de los equipos utilizados en el laboratorio.....	
Anexo 4. Análisis fisicoquímico de la cáscara de limón (albedo).....	
Anexo 5. Análisis fisicoquímico de la pectina extraída.....	

ABREVIATURAS

% m/m	Relación masa sobre masa
ρ	Densidad
-O-CH₃	Radical metoxilo
Ara	Arabinosa
AAG	Ácido anhídrido galacturónico
ANOVA	Análisis de Varianza
ASTM	Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales
C₃	Carbono número 3
C₆	Carbono número 6
c/u	Cada uno
C₆H₁₀O₇	Ácido D-galacturónico
C₆H₈O₇	Ácido cítrico
C₁₂H₂₂O₁₁	Sacarosa
C₂H₅OH	Etanol
Ca	Calcio
CAS	Servicio de Resúmenes Químicos
CDTA	Ácido ciclohexano diamino tetraacético
CEANID	Centro de Análisis Investigación y Desarrollo
CH₃OH	Metanol

C₂H₅OH	Etanol
COOCH	Éster metílico
-COOH	Grupo carboxílico
D	Dextrógiro
EDTA	Ácido etilendiamina tetraacético
EINECS	Inventario Europeo de Sustancias Químicas Existentes
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Gal	Galactosa
GE	Grado de esterificación
Hg	Mercurio
HG	Homogalacturona
H₂O	Agua
H₂SO₄	Ácido sulfúrico
H₃PO₄	Ácido fosfórico
HCl	Ácido clorhídrico
HNO₃	Ácido nítrico
IBCE	Instituto Boliviano de Comercio Exterior
INE	Instituto Nacional de Estadística
JECFA	Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios
L	Levógiro

LOU	Laboratorio de Operaciones Unitarias
m	Masa
m_{HCl}	Masa del ácido clorhídrico
m_{C₂H₅OH}	Masa del etanol
N	Normalidad
NaOH	Hidróxido de sodio
OMS	Organización Mundial de la Salud
O₂	Oxígeno número 2
O₃	Oxígeno número 3
PAM	Pectina de alto metoxilo
PBM	Pectina de bajo metoxilo
R-COOH	Ácido carboxílico
RG-I	Rhamnogalacturona- I
Rha	Ramnosa
V_{HCl}	Volumen del ácido clorhídrico
V_{C₂H₅OH}	Volumen del etanol
US IFT	Instituto de Tecnólogos de Alimentos de Estados Unidos

UNIDADES

%	Porcentaje
”	Pulgadas
° Brix	Grados Brix
°C	Grados Celsius
µg	Microgramo
Bs	Boliviano
cP	Centipoise
Da	Dalton
eq/l	Equivalente por litro
g	Gramo
H+	Iones de hidrógeno
h	Hora
Hz	Hertz
kcal	Kilocalorías
kg	Kilogramo
kJ	Kilojoule
kW	Kilowatt
kW – h	Kilowatt – hora
l	Litro

meq	Miliequivalentes
meq/g	Miliequivalente por gramo
mg	Miligramos
mg/meq	Miligramos por miliequivalente
min	Minutos
mm	Milímetros
r/min	Revolución por minuto
s	Segundo
t	Tonelada
V	Voltio
W	Watts

GLOSARIO

Acidez libre

Cantidad de ácidos fuertes en el agua, generalmente expresada en miliequivalentes de una base fuerte necesarios para neutralizar una muestra de un litro de agua, utilizando, por ejemplo, rojo de metilo como indicador.

Acidez titulable

La acidez titulable es la cantidad total de ácido en una solución determinada por titulación usando una solución estándar de hidróxido de sodio (titulante). La reacción está determinada por el indicador químico que cambia su color en cierto punto.

Ácido galacturónico

Es un monosacárido de 6 átomos de carbono correspondiente a la forma oxidada de la D-galactosa, por lo que también pertenece al grupo de los azúcares ácidos. Es el principal componente de las pectinas.

Ácido poligalacturónico

El ácido poligalacturónico es un polímero 100 % vegetal que se obtiene del tejido celular de frutas

Ácido urónico

Se produce por oxidación del carbono del otro extremo de la cadena (C-6) en glucosa, manosa y galactosa.

Albedo

Es la parte blanca de la piel del limón.

Amorfas

No tiene forma en términos moleculares.

Arabinanos

Están constituidos por residuos de L-arabinofuranosido con uniones α -(1→5), por ramificaciones de residuos de L-arabinofuranosido a través de las posiciones C₂ o C₃ o ambas.

Arabinogalactano

Los arabinogalactanos son polisacáridos solubles en agua y presentes de forma abundante en plantas, hongos y bacterias.

Cationes divalentes

Cationes con valencia +2.

Celulosa

Es un biopolímero compuesto exclusivamente de moléculas de β -glucosa (desde cientos hasta varios miles de unidades), pues es un homopolisacárido. La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre.

Coloide

Se denomina como coloide a las mezclas de sustancias que se encuentran entre las soluciones y suspensiones y cuyas partículas tienen un tamaño entre los 10 y 100 nanómetros.

Dalton

La unidad de masa atómica unificada o dalton es una unidad estándar de masa definida como la doceava parte de la masa de un átomo, neutro y no enlazado, de carbono - 12, en su estado fundamental eléctrico y nuclear, y equivale a $1\ 660\ 5402(10) \times 10^{-27}$ kg.

Despolimerización

La despolimerización es un proceso de descomposición de la cadena del polímero hasta sus monómeros u oligómeros.

Emulgente

Es una sustancia que ayuda en la mezcla de dos sustancias que normalmente son poco miscibles o difíciles de mezclar. De esta manera, al añadir este emulsionante, se consigue formar una emulsión.

Enlaces glucosídicos

Es denominado así cuando todos los monómeros son de glucosa exclusivamente; y enlace glicosídico si el enlace se establece entre diversos hidratos de carbono (además de la glucosa).

Espesante

Los agentes espesantes son sustancias que, al agregarse a una mezcla, aumentan su viscosidad sin modificar sustancialmente sus otras propiedades como el sabor. Proveen cuerpo, aumentan la estabilidad y facilitan la formación de suspensiones. Los agentes espesantes son frecuentemente aditivos alimentarios.

Estabilizante

Son aditivos alimentarios que posibilitan el mantenimiento de una dispersión uniforme de dos o más sustancias.

Galactosa

La galactosa es un azúcar simple o monosacárido formado por seis átomos de carbono o hexosa, que se convierte en glucosa en el hígado como aporte energético.

Gelificación

La gelificación es el procedimiento mediante el cual se espesan y estabilizan soluciones líquidas, emulsiones y suspensiones, en los alimentos la gelificación de componentes cumple muchas funciones, particularmente en relación con la textura, la estabilidad y afectan en especial medida a las condiciones de procesado.

Gelificante

Los gelificantes son las sustancias con la capacidad de crear geles. Un gel está compuesto por dos fases (sólido-líquido) que les aportan una densidad similar a los líquidos, sin embargo, su estructura se asemeja más a la de un sólido.

Grados Brix

El Brix es una medida de la cantidad de sólidos disueltos que hay en un líquido, que se obtiene a través de la gravedad específica y se usa sobre todo para medir la azúcar disuelta.

Grados de libertad

Los grados de libertad de una prueba estadística son el número de datos que son libres de variar cuando se calcula tal prueba.

Grados SAG

Se define como el número de gramos de sacarosa que en una solución acusa de 65 °Brix y un valor de pH de 3.2, aproximadamente, son gelificados por un gramo de pectina, obteniéndose un gel de una consistencia determinada.

Hidrocoloide

Los hidrocoloides conocidos coloquialmente como “gomas” son macromoléculas de carbohidratos neutros o sus formas ácidas u oxidadas, algunos con fracciones proteicas y otros con grupos químicos esterificados en los azúcares ácidos.

Hidrofílico

Es el comportamiento de toda molécula que tiene afinidad por el agua.

Hidrólisis ácida

La hidrólisis ácida es un proceso en el que un ácido prótico se utiliza para catalizar la escisión de un enlace químico a través de una reacción de sustitución nucleófila, con la adición de agua.

Interacciones hidrofóbicas

La interacción hidrofóbica se produce cuando al plegarse un polipéptido los radicales hidrófobos se acercan debido a que son excluidos por el agua. Luego, las moléculas de agua muy ordenadas en cubierta de solvatación se liberan del interior aumentando el desorden de las moléculas del agua.

Metoxilo

Es un grupo funcional o radical consistente en un grupo metilo unido a un oxígeno.

Pectín esterasa

Es una enzima que al hidrolizar enlaces éster metílico de los grupos carboxilo esterificados, libera metanol (erróneamente asociado con la fermentación del fruto), transformándola en pectina de bajo metoxilo.

Pectinmetilesterasa

La pectinmetilesterasa es un enzima hidrolasa que cataliza la hidrólisis de los ésteres metílicos de pectina, por lo que disminuye su grado de esterificación, se reduce la adhesividad intracelular y la rigidez tisular.

Poligalacturonasa

La poligalacturonasa es una enzima hidrolasa, endo o exoglucanasa, que inicia el corte hidrolítico por el extremo no reductor del polímero de pectina, su sustrato, especialmente la de bajo metoxilo

pH

El pH es una medida que sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. La sigla significa potencial de hidrógeno o potencial de hidrogeniones.

Polímero

Un polímero es una sustancia compuesta por grandes moléculas, o macromoléculas formadas por la unión mediante enlaces covalentes de una o más unidades simples llamadas monómeros.

Polisacárido

Los polisacáridos son biomoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos. Se encuentran entre los glúcidos, y cumplen funciones diversas, sobre todo de reservas energéticas y estructurales.

Propiedades reológicas

Es la aceptabilidad, procesamiento, manejo y transformación de los alimentos. Sin embargo, los materiales de naturaleza biológica tales como son los productos alimenticios, son estructuralmente y reológicamente complejos, que consisten de mezclas de sólidos y líquidos. Por lo tanto, fundamentalmente los estudios reológicos se concentran en el estudio de la deformación y flujo de las sustancias y en forma particular al área de transición solido-fluido, intentando definir la relación entre el esfuerzo que actúa sobre la sustancia y la deformación o flujo resultante que toma lugar.

Ramnosa

La ramnosa (un azúcar vegetal natural), es un monosacárido de seis carbonos que pertenece al grupo de las metilpentosas y de las desoxihexosas.

Sacarosa

La sacarosa es un disacárido digerible compuesto por una molécula de glucosa y otra de fructosa unidas por un enlace glucosídico en unión 1-2. La sacarosa es el edulcorante natural por excelencia de la alimentación humana, es el azúcar blanco común.

Sólidos solubles

Los sólidos solubles también conocido como contenido de azúcar, en los frutos se obtiene normalmente evaluando los grados Brix del fruto.

Solución coloidal

Es una sustancia cuyas partículas pueden encontrarse en suspensión en un líquido, merced al equilibrio coloidal; dichas partículas no pueden atravesar la membrana semipermeable de un osmómetro.

Solvente

Sustancia química en la que se disuelve un soluto, resultando en una disolución; normalmente el solvente es el componente de una disolución presente en mayor cantidad.

Titulación ácido-base

Una valoración ácido-base (también llamada volumetría ácido-base, titulación ácido-base o valoración y/o equivalente de neutralización) es una técnica o método de análisis cuantitativo muy usada, que permite conocer la concentración desconocida en una disolución de una sustancia que pueda actuar como ácido, neutralizada por medio de una base de concentración conocida, o bien sea una concentración de base desconocida neutralizada por una solución de ácido conocido.

Viscosidad

Es la propiedad de un fluido que ofrece resistencia al movimiento relativo de sus moléculas.